

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 12 月 18 日 (18.12.2003)

PCT

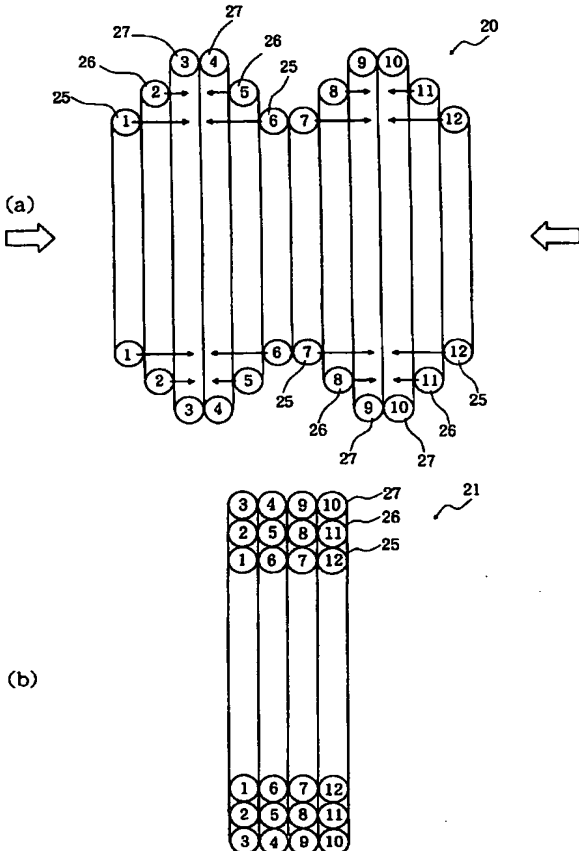
(10) 国際公開番号  
WO 03/105165 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01F 30/00, 27/28, 17/03, 41/04 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/12877 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 吉森 平 (YOSHI-MORI, Hitoshi) [JP/JP]; 〒639-1055 奈良県 大和郡山市 矢田山町90-5 Nara (JP).  
(22) 国際出願日: 2002 年 12 月 9 日 (09.12.2002)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 西岡 伸泰 (NISHIOKA, Nobuyasu); 〒540-0026 大阪府 大阪市 中央区内本町2丁目1番13号 住友生命・大西ビル10階 Osaka (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2002-169785 2002 年 6 月 11 日 (11.06.2002) JP (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社エス・エッチ・ティ (SHT CORPORATION LIMITED) [JP/JP]; 〒530-0038 大阪府 大阪市 北区紅梅町 6-25 Osaka (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: AIR-CORE COIL AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 空芯コイル及びその製造方法



(57) Abstract: An air-core coil (21) is formed by one conductor wound in an eddy form so as to obtain a plurality of unit winding portions (25, 26, 27) formed continuously in the direction of the winding axis and having different inner circumferential lengths. A unit coil portion consisting of the unit winding portions (25, 26, 27) is repeatedly formed in the direction of the winding axis to prepare an intermediate coil product (20). The intermediate product (20) is compressed in the direction of the winding axis so that the unit winding portion having a smaller inner circumferential length is pushed into the unit winding portion having a larger inner circumferential length, thereby obtaining a multi-layered unit coil portion. By this air-core coil (21), it is possible to reduce the inter-layer voltage and improve the frequency characteristic as compared to the conventional coil.

[続葉有]



添付公開書類：  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

本発明に係る空芯コイル(21)は、1本の導線を渦巻き状に巻回することにより、互いに異なる内周長を有する複数の単位巻部(25、26、27)を巻き軸方向に連続して形成すると共に、該複数の単位巻部(25、26、27)からなる単位コイル部を巻き軸方向に繰り返して形成して、コイル中間製品(20)を作製した後、該中間製品(20)を巻き軸方向に圧縮して、各単位コイルを構成する複数の単位巻部の内、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部を押し込んで、各単位コイル部を多層化している。該空芯コイル(21)によれば、従来よりも層間電圧が低くなると共に周波数特性が良好となる。

## 明 細 書

## 空芯コイル及びその製造方法

## 5 技術分野

本発明は、各種交流機器における整流回路、雑音防止回路、共振回路等に装備されるコイル及びその製造方法に関するものである。

## 背景技術

- 10 従来、図 1 1 に示す如くボビン(10)の周囲に空芯コイル(81)を巻装してなるトロイダル型のコイル装置が知られている。該空芯コイル(81)は、例えば巻線治具(図示省略)の外周面に、図中に 1 ～ 2 9 の番号で示す順序で導線を巻き付けることによって作製される。先ず、巻線治具の外周面に図中の番号 1 ～ 1 0 の順序で導線を巻き付けて、第 1 層(82)を形成した後、該第 1 層(82)の外周面に図中の番号 1 1 ～ 1 9 の順序で導線を巻き付けて、第 2 層部(83)を形成し、最後に、該第 2 層部(83)の外周面に図中の番号 2 0 ～ 2 9 の順序で導線を巻き付けて、第 3 層部(84)を形成することにより、3 層構造の空芯コイル(81)を作製する。

- しかしながら、図 1 1 に示す空芯コイル(81)においては、第 1 層部(82)、第 2 層部(83)及び第 3 層部(84)が直列に接続された状態で積層されているので、図 1 2 に示す如く、巻き軸方向に隣接する巻線間に浮遊容量が存在すると共に、巻き軸と直交する方向に重なる巻線間にも浮遊容量が存在する。ここで、第 1 層部(82)の番号 1 の巻線と第 2 層部(83)の番号 1 9 の巻線が互いに重なり、第 2 層部(83)の番号 1 1 の巻線と第 3 層部(84)の番号 2 9 の巻線とが互いに重なっている。図 1 2 の如く、互いに重なる巻線間の電位差(層間電圧)  $V_1$  は高いものとなる。この結果、空芯コイル(81)の耐圧性が問題となる。又、浮遊容量が大きいために空芯コイル(81)の周波数特性が劣化する問題があった。

ところで、コアの周囲にコイルを巻装してなるコイル装置を製造する方法として、出願人は、図13(a)及び図13(b)に示す如き製造方法を提案している(日本国公開特許公報2000-277337号参照)。該コイル装置の製造方法においては、図13(a)に示す如くC字状のコア(7)のギャップ部(71)からコア(7)の中央孔(70)へ、空芯コイル(8)の一方の側部を通過させて、コア(1)の周囲に空芯コイル(8)を装着し、これによって、図13(b)に示す如きコイル装置を得る。該製造方法によれば、コア(7)とは別体に、空芯コイル(8)を作製した後、該空芯コイル(8)をコア(7)に装着してコイル装置を形成するので、コア(7)に対する巻線作業が不要であり、空芯コイル(8)の作製を自動化することによって製造工程が簡易となる。

図13(a)及び図13(b)に示す従来のコイル装置の製造においては、コア(7)の中央孔(70)を複数回に亘って通過する導線(9)が中央孔(70)に占める断面積の割合、即ち導線(9)の占積率を高くするために、空芯コイルの導線として、平角導線或いは台形導線を用いる方法が採用可能である。平角導線及び台形導線は、丸線と同じ断面積で丸線の直径よりも短い短辺を有しているので、コア(7)の中央孔(70)に多くの導線を収容することが出来、これによって、導線の占積率は高くなる。しかし、平角導線や台形導線は、丸線よりも高価である問題がある。

占積率を高くするための他のコイル装置の製造方法としては、図14(a)に1～13の番号で表わす順序で、導線(9)をコア(7)の周囲に巻き付けた後、図14(b)に14～23の番号で表わす順序で、導線(9)をコア(7)の周囲に巻きつけて、コアの外周側では1層、コアの内周側では2層のコイル層を形成する方法が知られている。これによって、コア(7)の中央孔(70)に多くの導線を収容することが出来るので、導線の占積率は高くなる。しかし、コア(7)の周囲に導線(9)を巻き付ける工程は、自動化が困難であり、手作業で行なわざるを得ないため、生産効率が低い問題がある。

そこで本発明の目的は、従来よりも層間電圧が低くなると共に周波数特性が改

善され、平角導線や台形導線を用いることなく高い占積率を実現することが出来、然も製造工程の自動化が可能な、空芯コイル及びその製造方法を提供することである。

## 5 発明の開示

本発明に係る空芯コイルは、少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回して形成される単位コイル部が、巻き軸方向に繰り返して並んでおり、各単位コイル部は、互いに内周長の異なる複数の単位巻部から形成され、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部が押し込まれている。

- 10 具体的構成において、各単位コイル部を形成する複数の単位巻部は、内周側から外周側に向かって、或いは外周側から内周側に向かって順次巻回され、最外周又は最内周の単位巻部が、隣接する単位コイル部の最外周又は最内周の単位巻部に繋がっている。

- 上記本発明の空芯コイルにおいては、各単位コイル部を構成する複数の単位巻部は、巻き軸と交差する方向に重なっているが、これらの単位巻部は連続した1本の導線を巻回して順次形成されており、巻線番号は連続しているので、巻線間の浮遊容量は小さい。又、互いに隣接する単位コイル部どうしにおいても、複数の単位巻部が巻き軸方向に重なっているが、互いに隣接する単位コイル部は、連続した1本の導線から順次形成されているので、巻線間の浮遊容量は比較的小さいものとなる。

- 又、本発明に係る空芯コイルの製造方法は、少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回することにより、互いに異なる内周長を有する複数の単位巻部を巻き軸方向に連続して形成すると共に、該複数の単位巻部からなる単位コイル部を巻き軸方向に繰り返して形成して、空芯コイルの中間製品を作製した後、該中間製品を巻き軸方向に圧縮して、各単位コイルを構成する複数の単位巻部の内、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部を押し込んで、

各単位コイル部を少なくとも一部で多層化する。

該製造方法において、前記空芯コイルの中間製品は、内周長の異なる複数の単位巻部を巻き軸方向に配列したものであって、単位巻部を形成する導線が巻き軸とは直交する方向(巻径方向)に重なっていないので、1本の導線を内周長を変化  
5 させながら渦巻き状に巻回することにより、容易に作製することが出来る。そして、この様にして得られた空芯コイルの中間製品を巻き軸方向に単に圧縮するだけで、上記本発明の空芯コイルを得ることが出来る。

具体的構成において、前記中間製品は、巻線治具の外周面に導線を巻き付けることによって作製され、巻線治具は、軸方向に並ぶ複数の巻芯部からなり、隣接  
10 する巻芯部どうしは互いに異なる外周長を有しており、巻線治具の外周長の小さな巻芯部に導線を巻き付けることによって前記内周長の小さな単位巻部を形成し、巻線治具の外周長の大きな巻芯部に導線を巻き付けることによって、前記内周長の大きな単位巻部を形成する。

該具体的構成によれば、巻線治具の周囲に導線を巻き付けることによって、内  
15 周長の変化する複数の巻線部からなる中間製品を、容易に作製することが出来、工程の自動化が可能となる。

上述の如く、本発明に係る空芯コイルによれば、巻線間の浮遊容量が従来よりも小さくなるので、これに伴って層間電圧が低くなり、優れた耐圧性が得られると共に、周波数特性が改善される。又、本発明に係る空芯コイルを具えたコイル  
20 装置によれば、導線の種類に拘わらず高い占積率を実現することが出来る。更に、本発明に係る空芯コイルの製造方法によれば、工程の自動化が可能となる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る空芯コイルの斜視図である。

図2は、該空芯コイルの断面図である。

25 図3は、該空芯コイルの等価回路図である。

図4は、巻線治具の斜視図である。

図5は、有段部材の斜視図である。

図6(a)は、有段部材の平面図である。

図6(b)は、有段部材の側面図である。

図7(a)は、コイル中間製品の斜視図である。

5 図7(b)は、コイル中間製品の断面図である。

図8(a)は、図7(a)とは異なる方向から見たコイル中間製品の斜視図である。

図8(b)は、図7(b)とは異なる方向から見たコイル中間製品の断面図である。

図9(a)及び図9(b)は、コイル中間製品の圧縮工程を説明する断面図である。

10 図10(a)及び図10(b)は、図9(a)及び図9(b)とは異なる方向から見たコイル中間製品の圧縮工程を説明する断面図である。

図11は、従来の空芯コイルの断面図である。

図12は、該空芯コイルの等価回路図である。

図13(a)及び図13(b)は、従来のチョークコイル装置の製造方法を表わす工程図である。

15 図14(a)及び図14(b)は、従来のチョークコイル装置の他の製造方法を表わす工程図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面に沿って具体的に説明する。

20 図1及び図2は、本発明に係る空芯コイル(21)の構造を表わしている。該空芯コイル(21)は、ボビン(10)の外周面に導線(91)を巻回して構成されており、図示する例では、第1層(21a)、第2層(21b)及び第3層(21c)からなる積層構造を有している。

25 該空芯コイル(21)は、図2中に番号1～29で示す巻線順序で1本の導線を巻回して形成されており、連続する複数の番号(1～3)、(4～6)、・・・、(25～27)、(28～29)の巻線によってそれぞれ単位コイル部が形成され、これら

の単位コイル部が巻き軸方向へ10列に並んでいる。

各単位コイル部は、それぞれ巻数1の最大内周長の単位巻部、中間内周長の単位巻部、及び最小内周長の単位巻部から形成され、最大内周長の単位コイル部の内側に中間内周長の単位コイル部が押し込まれ、更に中間内周長の単位コイル部の内側に最小内周長の単位巻部が押し込まれている。例えば、巻線番号1～3の巻線によって形成される単位コイル部においては、巻線番号3の単位巻部の内側に巻線番号2の単位巻部が押し込まれ、巻線番号2の単位巻部の内側に巻線番号1の単位巻部が押し込まれている。

従って、図2に示す空芯コイル(21)の場合、各単位コイル部は、内周側から外周側に向かって順次巻回された3つの単位巻部から形成される単位コイル部と、外周側から内周側に向かって順次巻回された3つの単位巻部から形成される単位コイル部とが、巻き軸方向へ交互に並んでおり、各単位コイル部の最外周又は最内周の単位巻部が、隣接する単位コイル部の最外周又は最内周の単位巻部に繋がっている。

上記本発明の空芯コイル(21)は、導線(91)を巻き軸とは直交する方向へ積層しながら巻回して単位コイル部を形成しつつ、該単位コイル部を巻き軸方向へ繰り返し形成した構造を有しているので、隣接する巻線どうしは巻線番号の近いものとなる。例えば、巻線番号4の単位巻部と巻線番号9の単位巻部とが互いに隣接しているが、両単位巻部の巻線番号の差は5に過ぎない。従って、図3に示す如く、巻き軸とは直交する方向に隣接する巻線間には殆ど浮遊容量が存在せず、巻き軸方向に隣接する巻線間の浮遊容量も、極く小さなものとなる。この結果、互いに隣接する巻線間の電位差(層間電圧) $V_2$ は十分に低いものとなり、空芯コイル(21)の耐圧性が向上する。又、浮遊容量が小さいために空芯コイル(21)の周波数特性が改善される。

例えば、コイルの端子間電圧を200Vとし、巻数を29ターンとすると、1ターン当たりの電圧は約6.9Vとなる。図11に示す従来の空芯コイル(81)にお

いては、巻線番号1の単位巻部と巻線番号19の単位巻部の層間電圧 $V_1$ が、 $6.9V \times 18 = 124.2V$ となるのに対し、図2に示す本発明の空芯コイル(21)においては、巻線番号1の単位巻部と巻線番号6の単位巻部の層間電圧 $V_2$ が、 $6.9V \times 5 = 34.5V$ となり、従来の約3分の1となる。コイルの耐圧性は、特に  
5 異常電圧が加わった場合に問題となるので、本発明の空芯コイル(21)は信頼性の高いものとなる。

図4は、上記本発明の空芯コイル(81)の製造に用いる巻線治具(51)を示している。該巻線治具(51)は、平板部材(52)の両面の両端部にそれぞれ有段部材(53)を着脱可能に固定して構成されている。有段部材(53)は、図5、図6(a)及び図6  
10 (b)に示す如く、低位段部(55)、中位段部(56)、高位段部(57)、中位段部(56)及び低位段部(55)の配列を1周期として、これらの段部を繰り返し形成したものである。尚、図6(a)は有段部材(53)の平面図、図6(b)は有段部材(53)の側面図を表わしており、該有段部材(53)の各段部には、導線を巻き付ける際の順序を表わす番号1~29を付している。

15 図7(a)及び図7(b)と、図8(a)及び図8(b)は、前記巻線治具(51)の周囲に導線(91)を巻回してなるコイル中間製品(20)を180度異なる向きから見たものである。

導線(91)は、図4に示す巻線治具(51)の端部に位置する低位段部(55)から巻き初め、順次、隣接する中位段部(56)、高位段部(57)、中位段部(56)、低位段部(5  
20 5)へと巻線を進める。尚、低位段部(55)及び中位段部(56)はそれぞれ導線(91)を1回だけ巻回するための幅を有しているのに対し、高位段部(57)は導線(91)を2回だけ巻回するための幅を有している。

導線(91)を低位段部(55)の周囲に巻き付けることによって最小内周長の第1単位巻部(25)が形成され、導線(91)を中位段部(56)の周囲に巻き付けることによっ  
25 て中間内周長の第2単位巻部(26)が形成され、導線(91)を高位段部(57)の周囲に巻き付けることによって最大内周長の第3単位巻部(27)が形成される。この過程

で、図 7 (a) 及び図 7 (b) に示す如く巻線治具 (51) の 1 つの段部から隣の端部へ巻線を進める際、導線 (91) は巻線治具 (51) の一方の側面にて斜め方向へ延ばしながら段部間を移行せしめる。尚、巻線治具 (51) の他方の側面では、図 8 (a) 及び図 8 (b) に示す如く導線 (91) は同じ高さの段部間を真っ直ぐ伸びることになる。

- 5 巻線治具 (51) の周囲に必要巻数だけ導線 (91) を巻き付けた後、巻線治具 (51) を分解することによって、図 7 (a) 及び図 8 (a) に示すコイル中間製品 (20) を得る。その後、図 9 (a) 及び図 10 (a) に示す如くコイル中間製品 (20) を巻き軸方向に圧縮することによって、図 9 (b) 及び図 10 (b) に示す如く第 3 単位巻部 (27) の内側に第 2 単位巻部 (26) を押し込み、該第 2 単位巻部 (26) の内側に第 1 単位巻部  
10 (25) を押し込む。これによって、3 層の空芯コイル (21) が得られることになる。

- 尚、図 9 (b) 及び図 10 (b) に示す 3 層の空芯コイル (21) においては、巻き軸方向に伸張せんとする弾性反発力が発生するが、図 1 に示す如く空芯コイル (21) をボビン (10) に装着した状態では、ボビン (10) によって空芯コイル (21) の弾性反発力が受け止められて、3 層コイル構造が維持されることになる。或いは、図 9  
15 (b) 及び図 10 (b) に示す 3 層の空芯コイル (21) にテーピングを施すことによって、3 層コイル構造を維持することも可能である。

- 上記空芯コイル (21) の製造方法によれば、図 4、図 5、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示す巻線治具 (51) を用いて図 9 (a) 及び図 10 (a) に示すコイル中間製品 (20) を作製した後、該コイル中間製品 (20) を図 9 (b) 及び図 10 (b) に示す如く巻き  
20 軸方向に圧縮するだけで、本発明の空芯コイル (21) を作製することが出来るので、工程の自動化が容易であり、然も、巻線崩れのない整然とした巻線配列の空芯コイル (21) を得ることが出来る。

- 本発明の各部構成は上記実施の形態に限らず、請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能である。例えば、空芯コイル (21) は、3 層構造に限らず、  
25 2 層構造や、4 層以上の多層構造とすることも可能である。又、図 4 に示す巻線治具 (51) の形状は、上述の構成に限定されるものではなく、隣接する単位巻部ど

うしで内周長が異なる空芯コイルを作製することが出来るものであれば、種々の形状を採用することが出来る。

又、空芯コイル(21)を形成する導線(91)は、上記実施例の如き単線に限らず、複線であってもよく、更には、断面円形の丸線に限らず、断面矩形の角線であっ

5 てもよいのは勿論である。

## 請 求 の 範 囲

1. 少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回して形成される単位コイル部が、巻き軸方向に繰り返して並んでおり、各単位コイル部は、互いに内周長の異なる複数の単位巻部から形成され、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部が押し込まれている空芯コイル。
2. 各単位コイル部を形成する複数の単位巻部は、内周側から外周側に向かって、或いは外周側から内周側に向かって順次巻回され、最外周又は最内周の単位巻部が、隣接する単位コイル部の最外周又は最内周の単位巻部に繋がっている請求の範囲第1項に記載の空芯コイル。
3. 少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回することにより、互いに異なる内周長を有する複数の単位巻部を巻き軸方向に連続して形成すると共に、該複数の単位巻部からなる単位コイル部を巻き軸方向に繰り返して形成して、空芯コイルの中間製品を作製した後、該中間製品を巻き軸方向に圧縮して、各単位コイルを構成する複数の単位巻部の内、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部を押し込んで、各単位コイル部を少なくとも一部で多層化している空芯コイル。
4. コア若しくはボビンの周囲に空芯コイルを装着して構成され、該空芯コイルにおいては、少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回して形成される単位コイル部が、巻き軸方向に繰り返して並んでおり、各単位コイル部は、互いに内周長の異なる複数の単位巻部から形成され、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部が押し込まれているコイル装置。
5. 前記空芯コイルにおいて各単位コイル部を形成する複数の単位巻部は、内周側から外周側に向かって、或いは外周側から内周側に向かって順次巻回され、最外周又は最内周の単位巻部が、隣接する単位コイル部の最外周又は最内周の単位巻部に繋がっている請求の範囲第4項に記載のコイル装置。

6. コア若しくはボビンの周囲に空芯コイルを装着して構成され、該空芯コイルにおいては、少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回することにより、互いに異なる内周長を有する複数の単位巻部を巻き軸方向に連続して形成すると共に、該複数の単位巻部からなる単位コイル部を巻き軸方向に繰り返して形成して、空芯コイルの中間製品を作製した後、該中間製品を巻き軸方向に圧縮して、各単位コイルを構成する複数の単位巻部の内、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部を押し込んで、各単位コイル部を少なくとも一部で多層化しているコイル装置。

7. 少なくとも1本の導線を渦巻き状に巻回することにより、互いに異なる内周長を有する複数の単位巻部を巻き軸方向に連続して形成すると共に、該複数の単位巻部からなる単位コイル部を巻き軸方向に繰り返して形成して、空芯コイルの中間製品を作製した後、該中間製品を巻き軸方向に圧縮して、各単位コイルを構成する複数の単位巻部の内、内周長の大きな単位巻部の内側に内周長の小さな単位巻部の少なくとも一部を押し込んで、各単位コイル部を少なくとも一部で多層化する空芯コイルの製造方法。

8. 前記中間製品は、巻線治具の外周面に導線を巻き付けることによって作製され、該巻線治具は、軸方向に並ぶ複数の巻芯部からなり、隣接する巻芯部どうしは互いに異なる外周長を有しており、該巻線治具の外周長の小さな巻芯部に導線を巻き付けることによって前記内周長の小さな単位巻部を形成し、該巻線治具の外周長の大きな巻芯部に導線を巻き付けることによって前記内周長の大きな単位巻部を形成する請求の範囲第7項に記載の空芯コイルの製造方法。

1/11

図 1

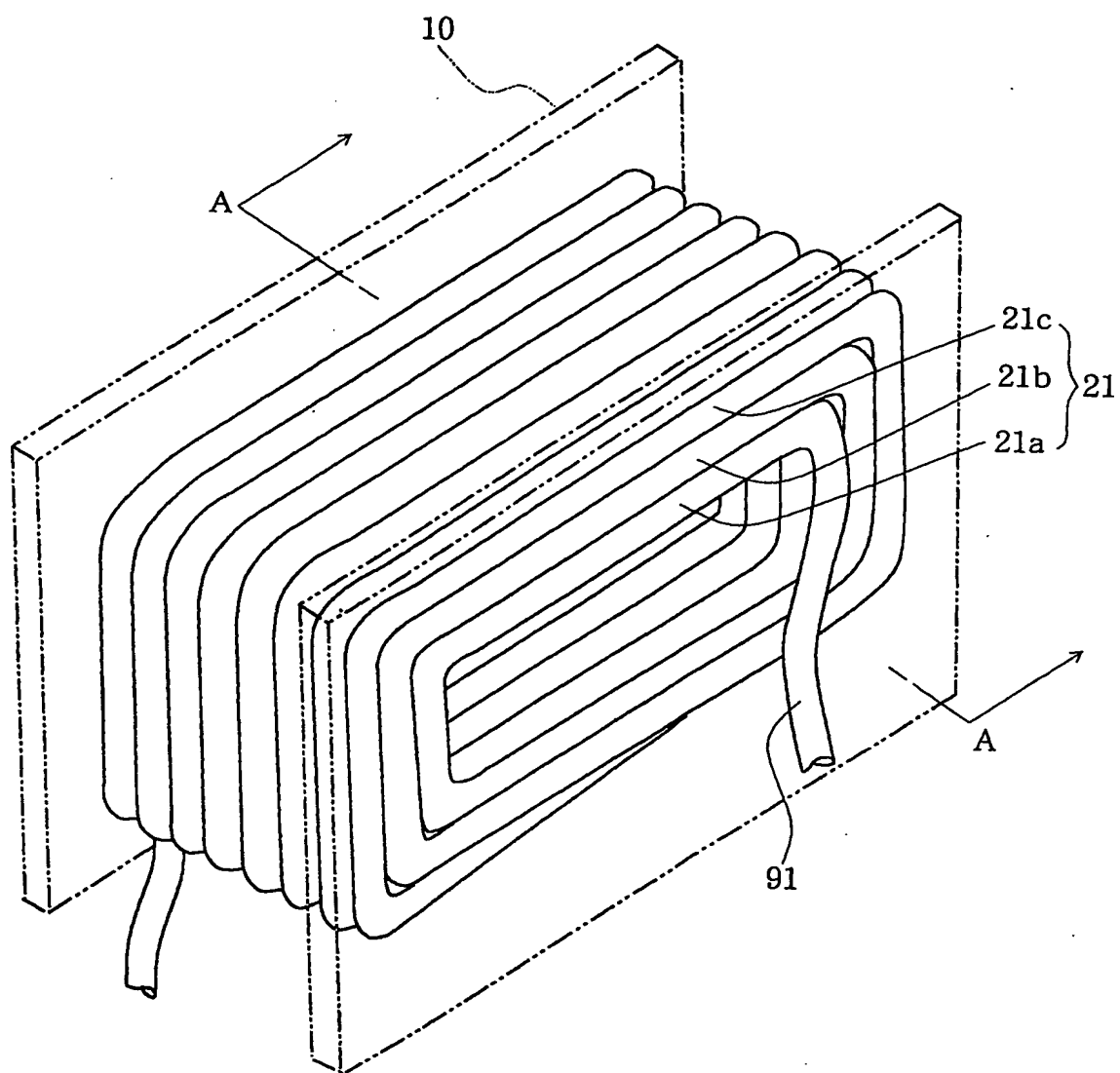


図 2

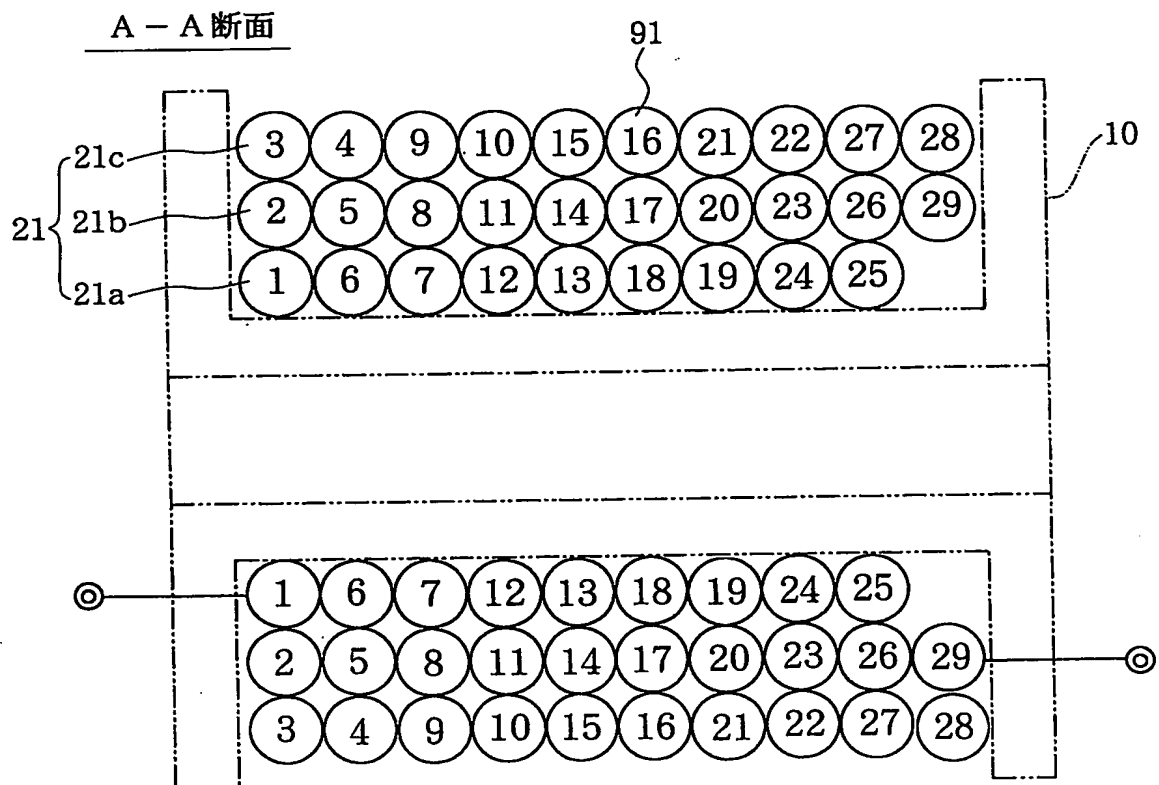
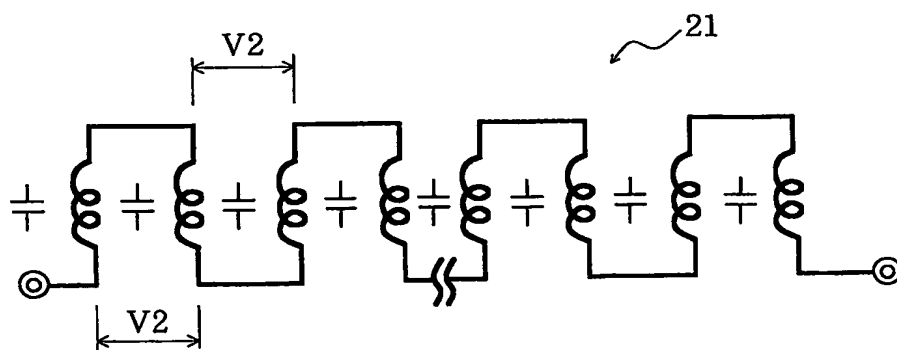


図 3



3/11

図 4

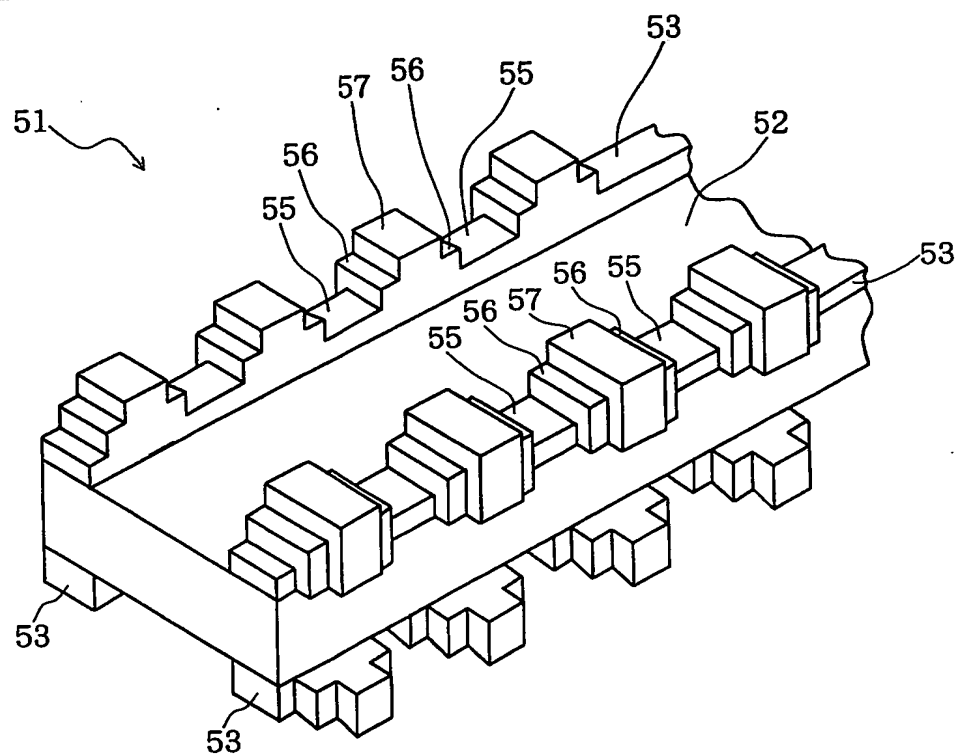
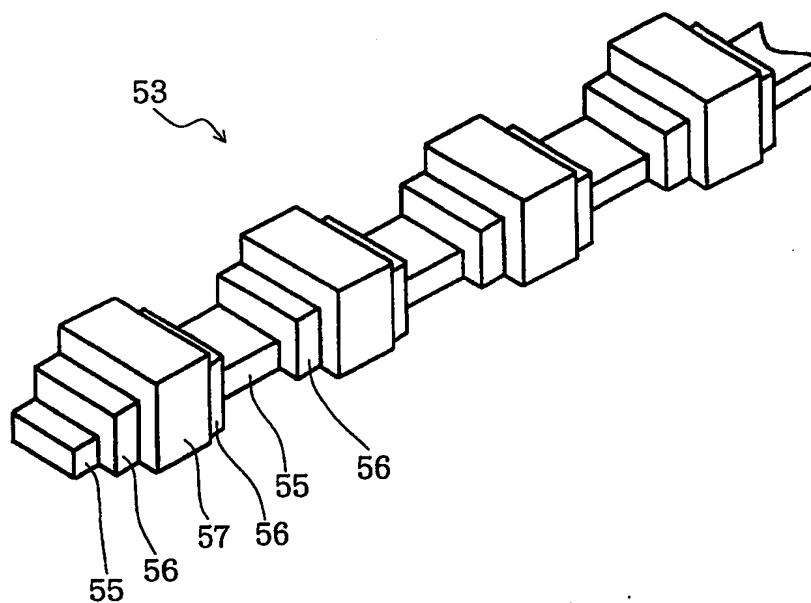


図 5



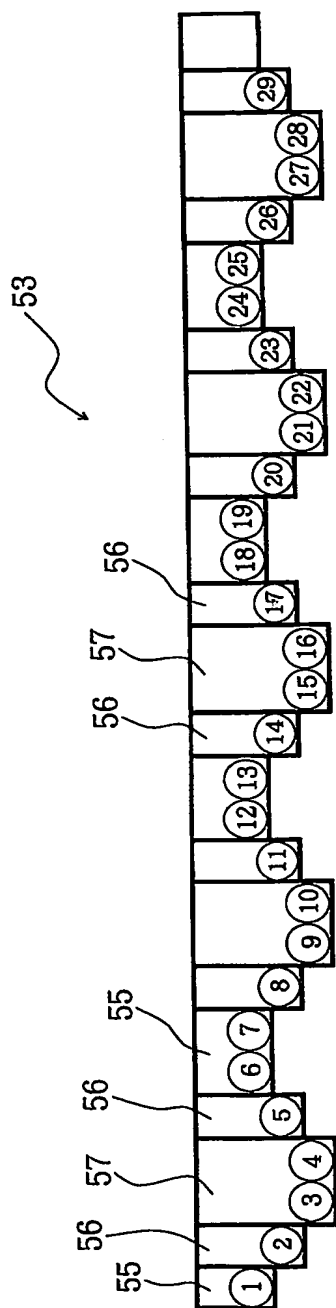


図 6 (a)

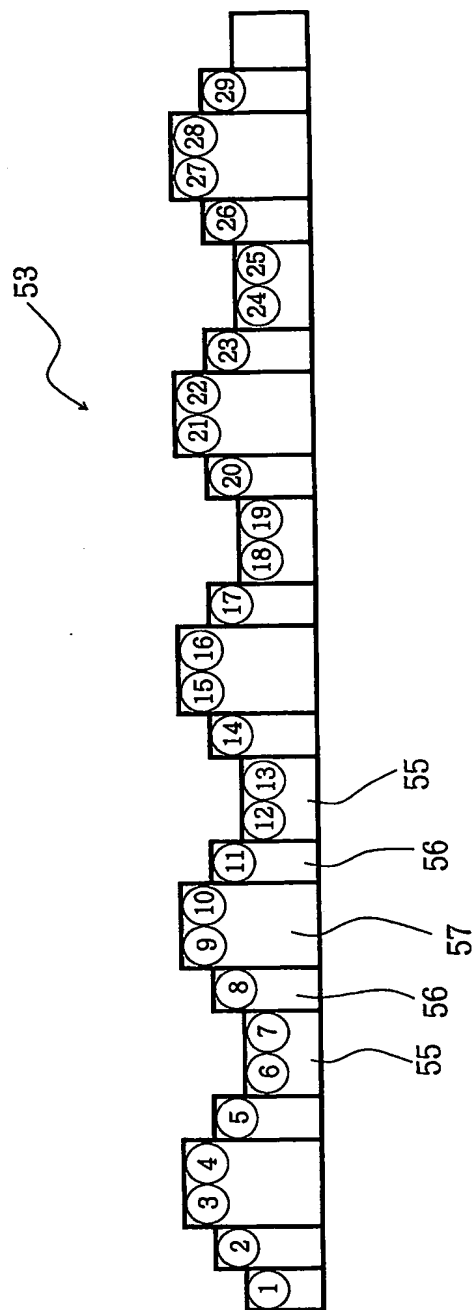


図 6 (b)

図 7 (a)

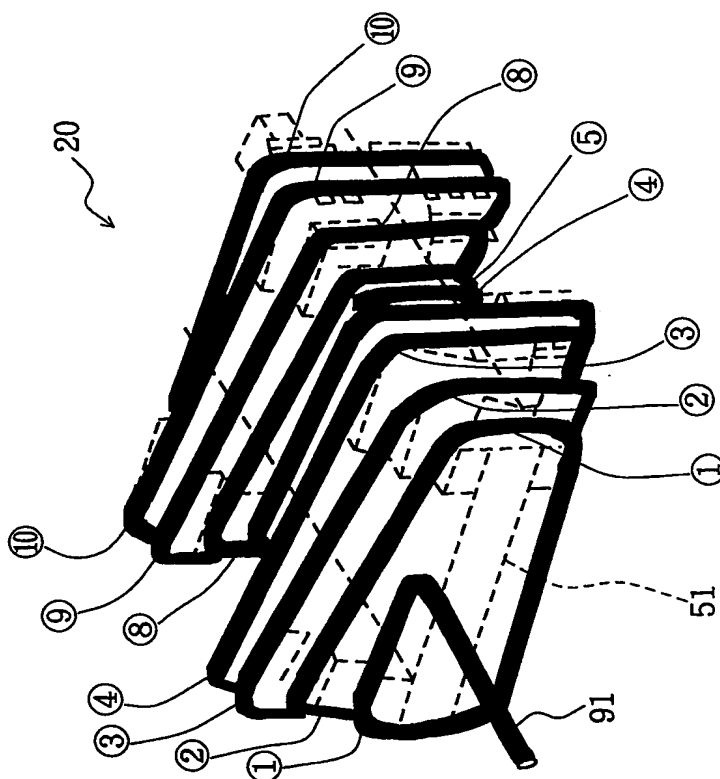


図 7 (b)

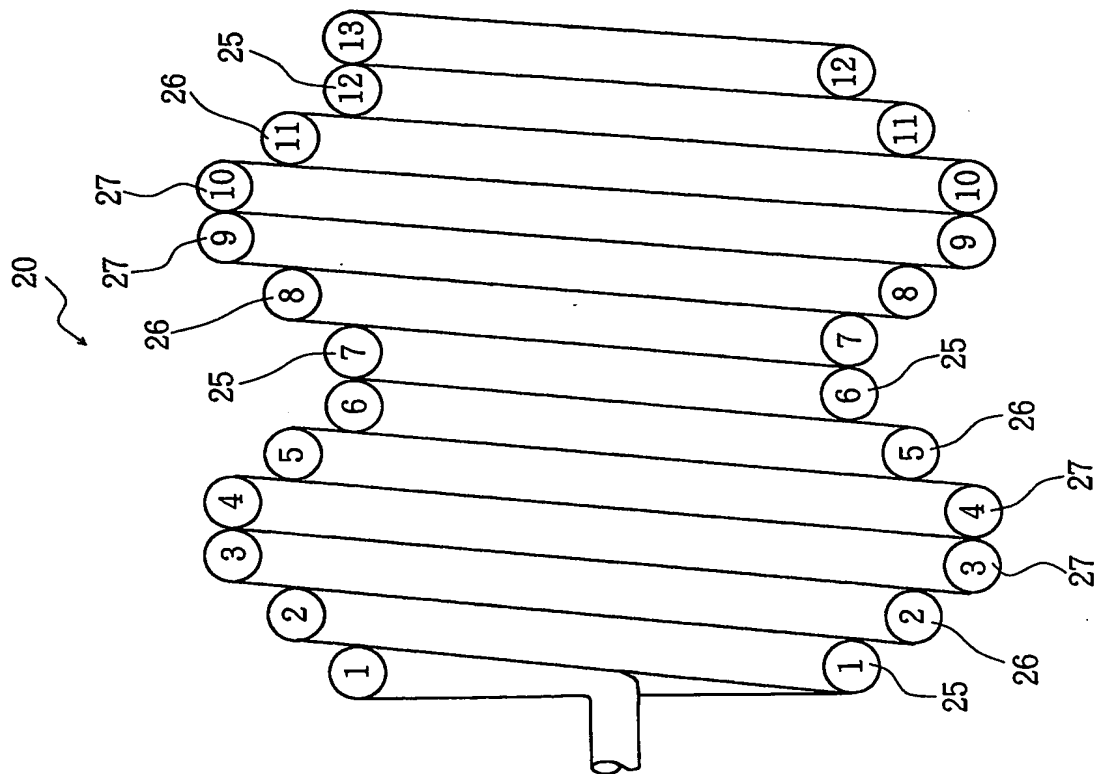


図 8 (a)

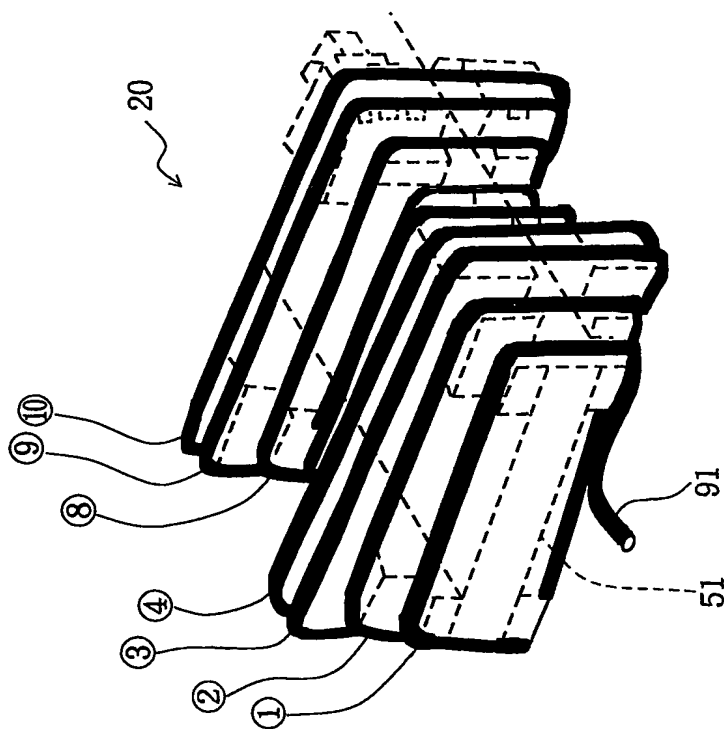
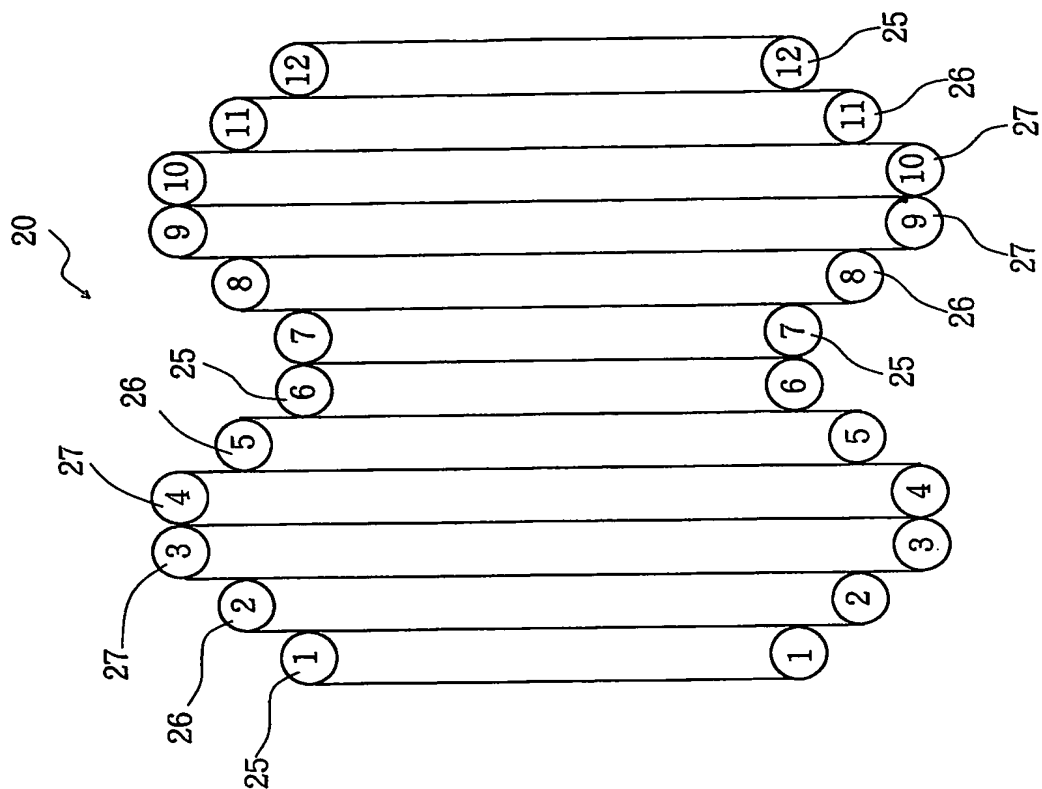


図 8 (b)



7/11

図 9 (a)

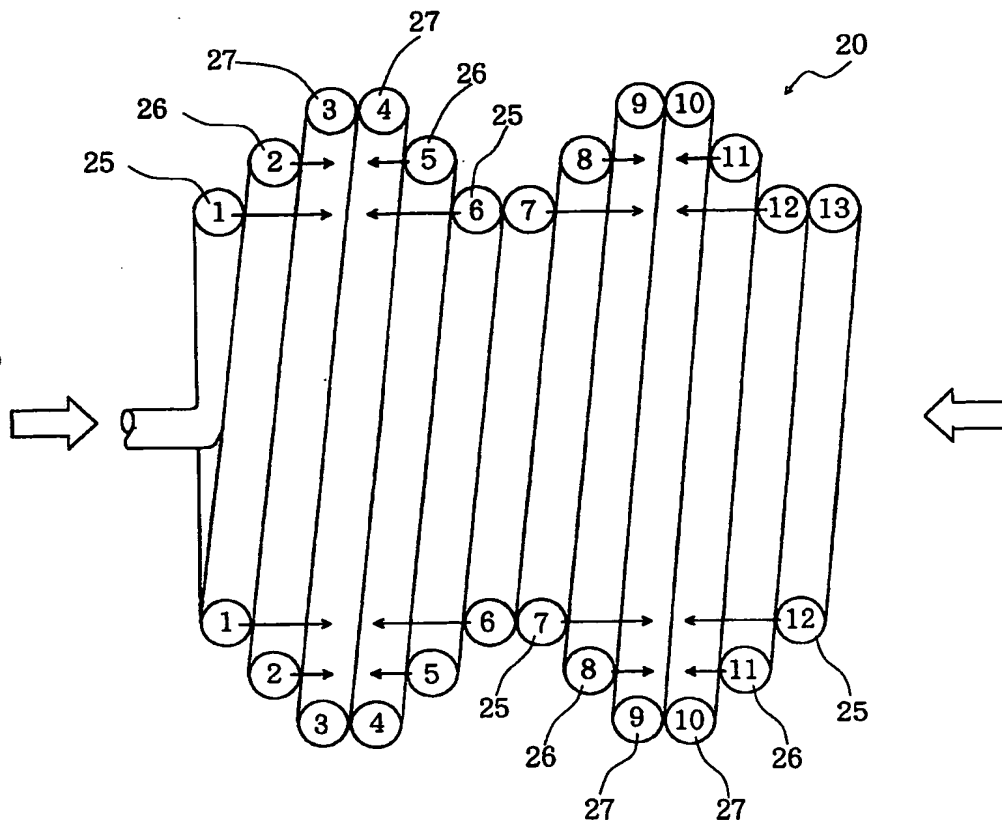
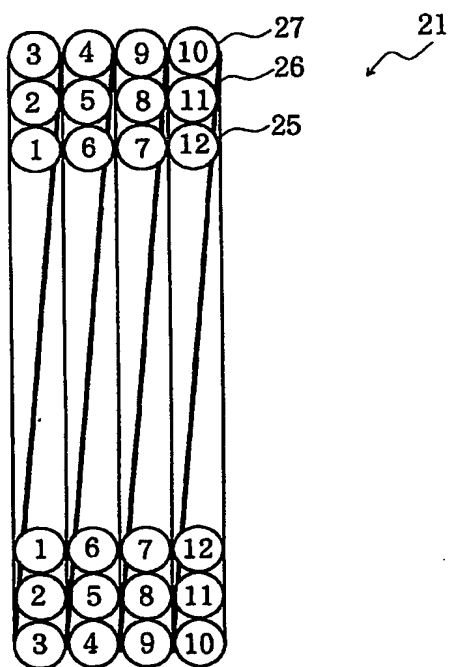


図 9 (b)



8/11

図 10 (a)

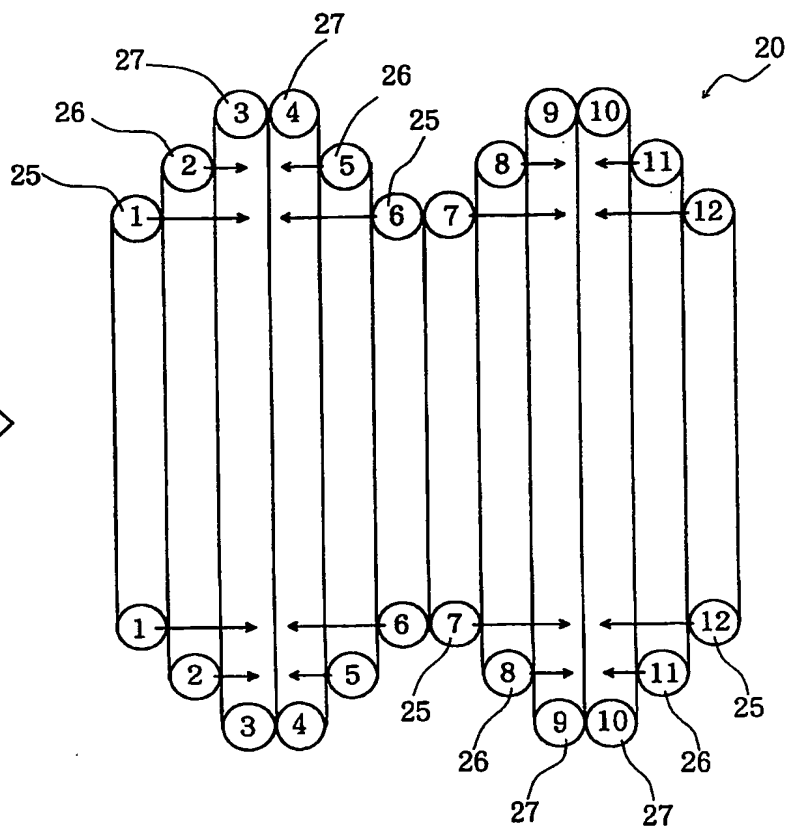


図 10 (b)

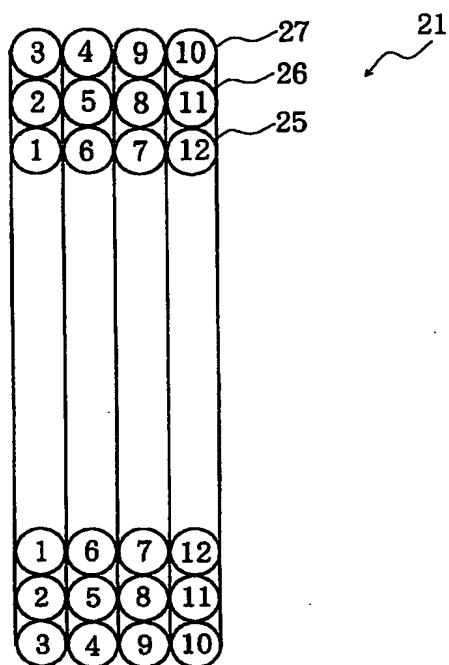


図 11

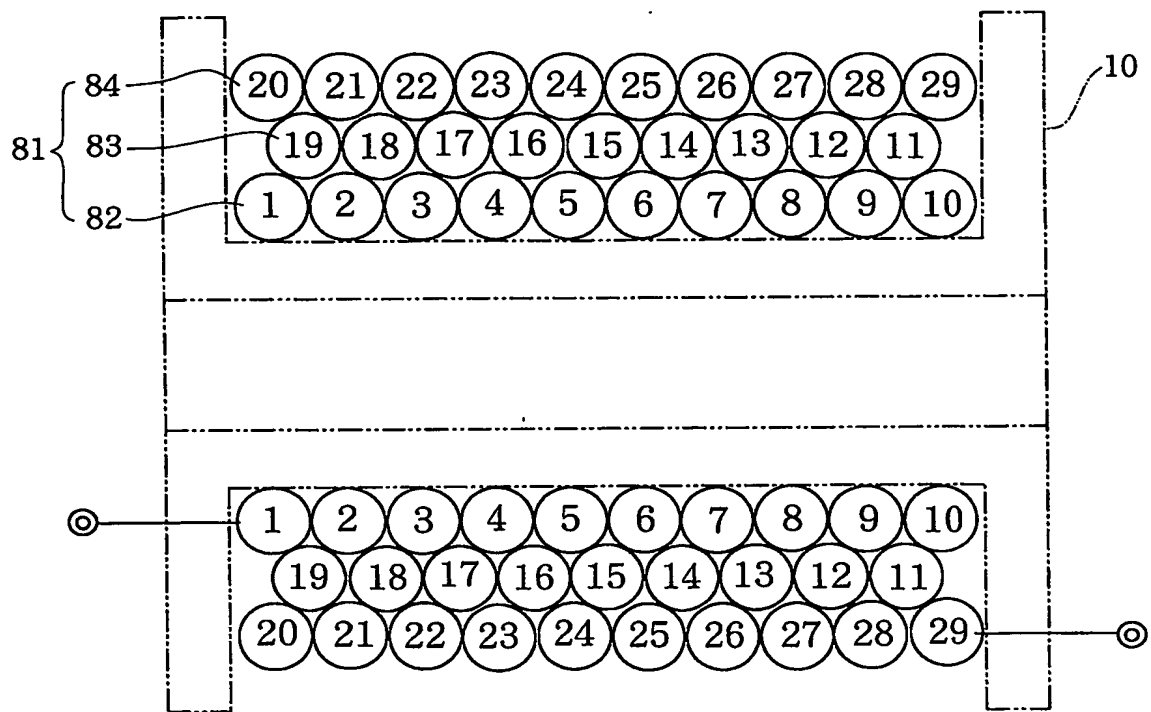


図 12

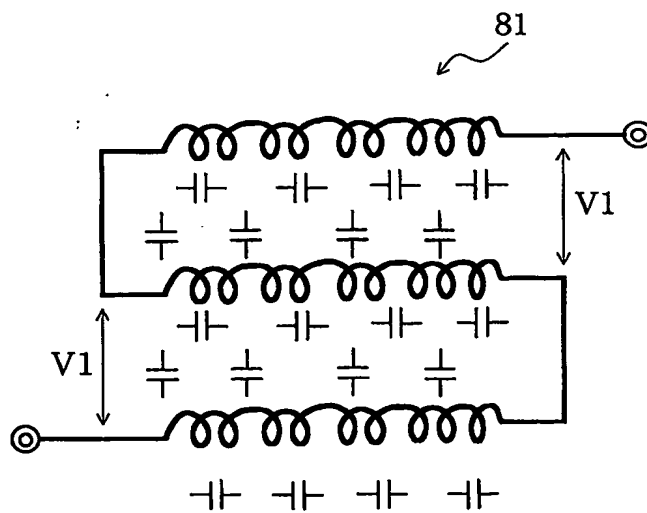


図 13 (a)

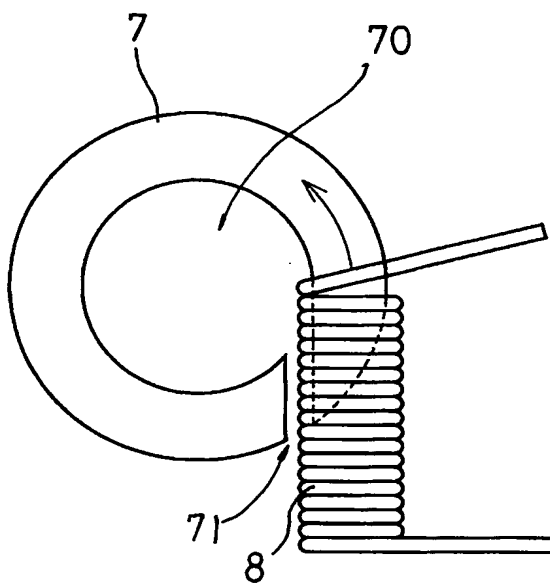


図 13 (b)

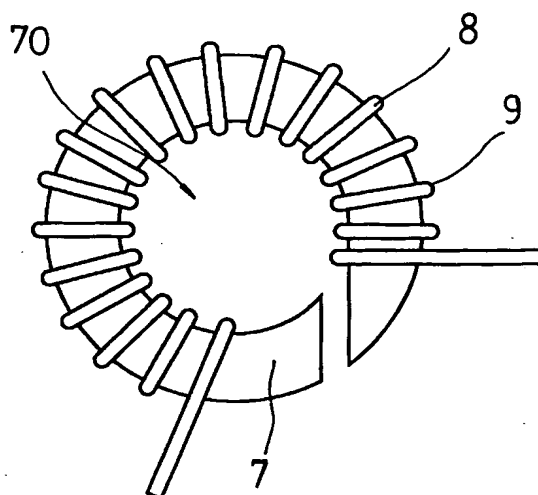


図 14 (a)

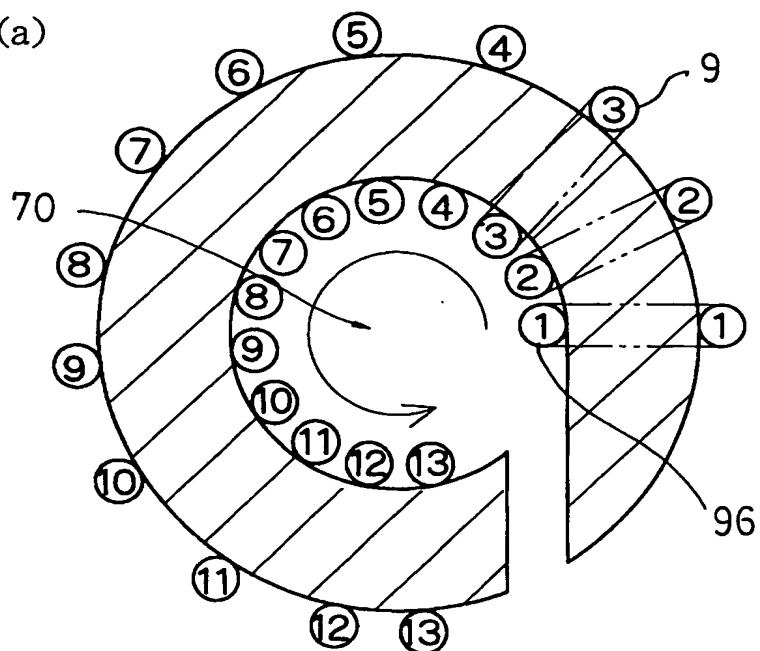


図 14 (b)

